

FRISHAUF, HOLTZ, GOODMAN, LANGER & CHICK, P.C.

ATTORNEYS AT LAW

767 THIRD AVENUE, NEW YORK, N.Y. 10017-2023

Express Mail Mailing Label
No.: EL 210 075 732 US

Date of Deposit: March 30, 1999

I hereby certify that this paper is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 CFR 1.10 on the date indicated above and is addressed to the Commissioner of Patents and Trademarks, Washington, D.C. 20231

Barbara Villani

Attorney Docket No. 990204/LH

ASST. COMMISSIONER FOR PATENTS
Washington, D.C. 20231

Transmitted herewith for filing is the JAPANESE language patent application of

Inventor(s): Hideyuki OMURA of Tokyo, Japan
Hideyuki NASU of Tokyo, Japan

FILING WITHOUT EXECUTED
DECLARATION (37 CFR 1.53(f))
AND
FILING IN JAPANESE LANGUAGE
37 CFR 1.52(d) AND 1.17(k)
AND WITHOUT
FILING FEE

Title: "EXTERNAL CAVITY LASER"

Priority Claim (35 U.S.C. 119) is made, based upon:

Japan No. 10-92056 April 3, 1998

Enclosed herewith are:

- ☒ JAPANESE LANGUAGE Specification (Description, Claims): Pages 1 - 10 ; Number of claims 1 - 3
- ☐ Declaration and Power of Attorney ☐ executed; ☐ unexecuted (supplied for information purposes)
- ☒ 6 Sheets of drawings, Figures 1 - 7 ☒ Formal ☐ Informal
- ☐ Assignment and "Patents" Recordation Form Cover Sheet (PTO-1595)
- ☐ Certified copy (ies) of priority document(s) identified above
- ☐ Information Disclosure Statement; ☐ Form PTO-1449
- ☐ Preliminary Amendment
- ☐ Verified Statement(s) Claiming Small Entity Status
- ☒ Receipt Postcard

	Number Filed		Number Extra	Rate	Calculations
Total Claims	3	-20 =	0	x \$18.00 =	\$
Independent Claims	1	-3 =	0	x \$78.00 =	\$
MULTIPLE DEPENDENT CLAIMS				+ \$260.00 =	\$
NON-ENGLISH SPECIFICATION				BASIC FEE	\$ 760.00
ASSIGNMENT RECORDING FEE					\$ 130.00
					\$
				Total of above Calculations	\$

To the extent not tendered by check, authorization is given to charge any fees under 37 CFR 1.16 and 1.17 during pendency of the application, or to credit any overpayment, to Deposit Account No. 06-1378. Duplicate copy of this letter is enclosed.

FRISHAUF, HOLTZ, GOODMAN, LANGER & CHICK, P.C.

By: Leonard Holtz, Reg. No. 22,974

10/1/97
LH:bv

EXTERNAL CAVITY LASER

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of the Invention

- 5 この発明は、グレーティングによる反射光のブラッグ波長が所定波長に設定される光ファイバ、すなわちファイバブラッググレーティング（以下、「FBG」という）を用いて所定波長のレーザ光を発振する外部共振器型レーザに関する。

Description of the Related Art

- 10 従来、この種のレーザには、例えば米国特許No. 4, 786, 132に示されるように、FBGを外部共振器に用いて、単一波長のレーザ光を発振するものがある。また、OECC'96 (First Optoelectronics and Communications Conference Technical Digest, July 1996, Makuhari Messe) の18P-18に示されるように、FBGを外部共振器に用いたレーザにおいて、レーザ光源
15 との間の光学的な結合部分であるファイバの端面をレンズ加工した、いわゆるレンズドファイバ構成になっているものがあった。

- ところで、このレーザでは、伝送される信号の伝送品質は、雑音レベル対信号レベル特性によって評価されており、例えば映像伝送を行う場合には、 -130 dB/Hz 以上の相対雑音強度（RIN）を想定している。そこで、この
20 発明者らは、図5に示すように、OECC'96の従来例と同様な構成の装置モデルを用いて、以下の条件に基づいて信号を伝送する実験を行った。

- すなわち、このレーザは、例えば歪多重量子井戸構造を持つレーザからなる。そして、このレーザは、光源であるレーザダイオードからなるレーザ発光素子10と、導光路で、かつブラッグ波長に反射のピークを有する狭帯域反射型の
25 光ファイバであるFBG部20とを備えて構成される。この構成におけるレーザ発光素子10は、図示しない活性層とこの活性層を挟んで形成される無反射

面 1 1 及び高反射面 1 2 とを有している。また F B G 部 2 0 は、一端面 2 1 が球面状にレンズ加工されたレンズドファイバと、ファイバコア内に形成されたグレーティング 2 2 と、コネクタ 3 0 が接続されたクラッドの他端面 2 3 を有している。上記レーザでは、注入される電流によって活性層に光が生じ、その光が高反射端面 1 2 とグレーティング 2 2 間で形成される外部共振器によって反射され、レーザ光として他端面 2 3 からコネクタ 3 0 を介して出力している。

このような構成のレーザにおける各パラメータを以下のように設定した。すなわち、レーザ発光素子 1 0 では、無反射面 1 1 の電界反射率を 10^{-4} 以下、無反射面 1 1 から高反射面 1 2 までの長さを $600\text{ }\mu\text{m}$ 以下に設定した。F B G 部 2 0 では、ブラッグ波長における電界反射率を 0.4 以下、半値幅を 0.1 mm に設定した。また、上記クラッドの一端面 2 1 は、無反射コーティングが施されており、その電界反射率を 0.4 以下に設定するとともに、光の結合効率を 0.5 に設定した。

図 6 は、この実験結果である雑音特性を示す特性図である。この実験結果から、この発明者らは、図 6 に示すように、コネクタの接続に伴う雑音、つまりコネクタからレーザの方向に戻る反射戻り光のレベルによって、伝送帯域に影響を与えてしまうことを確認した。そこで、この発明者らは、フィジカルコネクタ (P C)、スーパーフィジカルコネクタ (S P C)、アングルドフィジカルコネクタ (A P C) を、このクラッドの他端面 2 3 にそれぞれ接続させた場合の相対雑音強度を求めた。図 7 は、その結果を示す関係図である。この図中、アイソレータ無しを参照すると、コネクタの種類に拘わらず、相対雑音強度はいずれも -130 dB/Hz を上回ってしまい、このような状態で例えば映像伝送を行う場合には、画面に雑音が発生して、映像の伝送品質が劣化するという問題があった。

SUMMARY OF THE INVENTION

この発明は、このような問題に鑑みなされたもので、その目的とすることは、接続されるコネクタに拘わらず、常時良好な伝送品質を得ることができる外部共振器型レーザを提供することにある。

- 5 この目的を達成するため、この発明の外部共振器型レーザでは、F B Gがグレーティングによる反射光のブラッグ波長が所定波長に設定され、反射面を有するレーザ発光素子が前記F B Gと前記光の入出力が可能なように光結合されるときともに、光を生じさせ、かつ前記反射面で前記生じた光を反射させ、前記レーザ発光素子の反射面とグレーティングとを含んで形成された共振器で、前記反射面とグレーティングとの間で前記光を共振させて所定発振波長のレーザ光を、コネクタを介して発振する。さらに、前記共振器とコネクタ間の光路上に、例えばアイソレータからなる阻止手段を設け、前記コネクタからの反射波を阻止する。
- 10

- すなわち、この発明では、コネクタからの反射戻り光である反射波を、共振器とコネクタ間の光路上に設けたアイソレータで吸収し阻止することで、接続されるコネクタに拘わらず雑音特性が改善されて、雑音レベルが伝送帯域の信号に影響を与えることがなくなり、常時良好な伝送品質が得られる。
- 15

- また、外部共振器型レーザでは、前記F B G部が、前記レーザ発光素子とコネクタ間の光路上に設けられた場合には、前記F B G部とコネクタ間の光路上にアイソレータを設けて、コネクタからの反射波をこのアイソレータで吸収し阻止することで雑音特性を改善する。
- 20

- また、外部共振器型レーザでは、前記F B G部が、前記レーザ発光素子に対して前記コネクタと対向する位置の光路上に設けられた場合には、前記レーザ発光素子とコネクタの間の光路上にアイソレータを設けて、コネクタからの反射波をこのアイソレータで吸収し阻止することで雑音特性を改善する。
- 25

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

図1は、この発明に係る外部共振器型レーザの第1実施例の概略構成を示す構成図である。

図2は、図1に示したレーザにおける雑音特性を示す特性図である。

5 図3は、この発明に係る外部共振器型レーザの第2実施例の概略構成を示す構成図である。

図4は、この発明に係る外部共振器型レーザの第3実施例の概略構成を示す構成図である。

図5は、従来の外部共振器型レーザの概略構成を示す構成図である。

10 図6は、図5に示したレーザにおける雑音特性を示す特性図である。

図7は、コネクタの種類に対するR I Nの関係を示す関係図である。

DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

15 この発明に係る外部共振器型レーザを図1乃至図4の図面に基づいて説明する。

図1は、この発明に係る外部共振器型レーザの第1実施例の概略構成を示す構成図である。なお、以下の図において、図5と同様の構成部分については、説明の都合上、同一符号を付記するものとする。

20 図1を参照すると、この外部共振器型レーザは、図5と同様に、例えば歪多重量子井戸レーザからなり、無反射面11と高反射面12を有するレーザ発光素子10と、レンズ加工された一端面21とグレーティング22を有するFBG部20とを備える。また、外部共振器型レーザは、この他に光学レンズ25、26と、この発明に係る阻止手段を構成して光学レンズ25、26間に設けられたアイソレータ27と、一端にコネクタ30が接続された光ファイバ28と、
25 レーザ発光素子10とグレーティング22を含む。レーザ発光素子10の高反射面12とグレーティング22間で共振器29が形成されている。これら構成

部分は、FBG部20の光路上にそれぞれ設けられている。レーザ発光素子10に生じた光は、共振器29によって反射増幅され、ブラッグ波長で規定される所定波長のレーザ光としてアイソレータ27、光ファイバ28及びコネクタ30を介して出力されている。

- 5 従来例のような外部共振器型レーザでは、コネクタ30に例えば反射率の小さいAPCを用いても、コネクタ30からレーザの方向に反射戻り光が発生し、これによって伝送帯域に影響を与えてしまう。そこで、この実施例では、アイソレータ27をFBG部20と光ファイバ28間に設けて、この反射戻り光を吸収して共振器29に反射波が戻らないように構成する。

- 10 このような構成の外部共振器型レーザにおける各パラメータは、図5で設定したパラメータの他に、光学レンズ25、26の電界反射率を 10^{-4} 以下に、アイソレータ27のアイソレーションを60dBに設定し、この外部共振器型レーザによって伝送帯域に対する雑音特性を求めた。

- 図2は、この外部共振器型レーザにおける雑音特性を示す特性図である。この図から明らかなように、雑音のレベルは、伝送帯域の信号に影響を与えない程度に低減され、コネクタ30にPC、SPC及びAPCのいずれを用いた場合にも、相対雑音強度は、図7の関係図に示すように（アイソレータ有り参照）、 -150 dB/Hz を下回り、伝送品質を向上させることができた。
- 15

- このように、この実施例では、FBG部の後段にアイソレータを設けることで、コネクタからの反射波を阻止する。これにより、接続されるコネクタの種類に拘わらず、雑音レベルが伝送帯域の信号に影響を与えることがなくなり、常時良好な伝送品質を得ることができる。従って、例えば映像伝送を行う場合でも、十分な映像の伝送品質を保つことができ、画面に雑音が発生することを防ぐことができる。
- 20

- 25 なお、この実施例の各パラメータは、あくまでも上述した実験を行うために設定したものであり、アイソレータを用いたこの発明の外部共振器型レーザは、

これ以外の設定値のものにも用いることが可能である。例えば、アイソレータ
27のアイソレーションを60dB以下に設定した場合でも、多少伝送品質の
劣化はあるが、相対雑音強度を改善でき、上記相対雑音強度をそれほど重要視
しない信号伝送であれば、十分に使用できるものである。また、この他のパラ
メータの設定値にも、この発明は拘束されるものではなく、相対雑音強度の改
善が可能である。

また、図3は、この発明に係る外部共振器型レーザの第2実施例の概略構成
を示す構成図である。図3を参照すると、図1の第1実施例と異なる点は、レ
ーザ発光素子10の後面側（無反射面11側）に、レンズ加工された一端面2
1とグレーティング22を有するFBG部20を配置して、レーザ発光素子1
0の低反射面13とグレーティング22間に共振器29を形成させることであ
る。さらに、レーザ発光素子10の低反射面13の後段に、第1実施例と同様
の光学レンズ25、26とアイソレータ27を設けたことである。

この実施例では、レーザ発光素子10に生じた光は、共振器29によって反
射増幅され、ブラッグ波長で規定される所定波長のレーザ光として、低反射面
13からアイソレータ27、光ファイバ28及びコネクタ30を介して出力され
ている。また、コネクタ30からの反射波は、アイソレータ27で阻止され
ている。

従って、この実施例でも、レーザ発光素子の後段にアイソレータを設けるこ
ととで、コネクタからの反射波を阻止する。これにより、第1実施例と同様に
接続されるコネクタの種類に拘わらず、常時良好な伝送品質を得ることができ
る。

また、図4は、この発明に係る外部共振器型レーザの第3実施例の概略構成
を示す構成図である。図4を参照すると、第3実施例は、第1実施例とほぼ同
様の構成であるが、第1実施例で示した光学レンズ25、26とアイソレータ
27をユニット31に構成にして、FBG部20と接続させるものである。さ

らに、導光路の延長が可能なように光ファイバ32及びコネクタ33を介して光ファイバ28に接続させるものである。

この実施例では、レーザ発光素子10に生じた光は、高反射面12とグレーティング22間で形成される共振器29によって反射増幅され、ブラッグ波長
5 で規定される所定波長のレーザ光として、FBG部20からユニット31、光ファイバ32、28やコネクタ33、30を介して出力されている。各コネクタ30、33からレーザの方向に戻る反射戻り光は、ユニット31内のアイソレータ27で阻止される。

10 このように、この実施例では、複数のコネクタを介して導光路を延長させても、各コネクタからの反射波をアイソレータで阻止することができる。これにより、接続されるコネクタの数に拘わらず、雑音レベルが伝送帯域の信号に影響を与えることがなくなり、常時良好な伝送品質を得ることができる。

15 なお、この発明では、この実施例に限らず、コネクタを3つ以上用いて導光路を延長した場合にも、上記と同様にコネクタからの反射波をアイソレータで阻止することが可能である。

従って、これら実施例では、レーザ発光素子とグレーティング間で形成される外部共振器の後段にアイソレータを設けて、コネクタからの反射波を阻止するので、接続されるコネクタの種類や数に拘わらず、常時良好な伝送品質を得ることができる。

20 なお、これら実施例では、反射波の阻止手段にアイソレータを用いた場合について説明したが、この発明はこれに限らず、この阻止手段に例えばサーキュレータ等を用いることも可能である。

25 以上説明したように、この発明の外部共振器型レーザでは、グレーティングによる反射光のブラッグ波長が所定波長に設定される光ファイバであるファイバブラッググレーティング部と、光を生じさせ、前記ファイバブラッググレーティング部と前記光の入出力が可能なように光結合されるとともに、前記生じ

た光を反射する反射面を含むレーザ発光素子と、前記レーザ発光素子とグレーティングとを含んで形成され、前記レーザ発光素子の反射面とグレーティングとの間で前記光を共振させて所定発振波長のレーザ光を、コネクタを介して発振する共振器とを備える。さらに、この外部共振器型レーザは、共振器と前記コネクタの間の光路上に阻止手段を備え、前記コネクタによって反射し、レーザ発光素子に向かう反射波を阻止手段で阻止する。これにより、この発明では、接続されるコネクタに拘わらず、雑音レベルが伝送帯域の信号に影響を与えることがなくなり、常時良好な伝送品質を得ることができる。

WHAT IS CLAIMED IS:

1. レーザ光をコネクタを介して発振する下記の外部共振器型レーザ、

グレーティングによる反射光のブラッグ波長が所定波長に設定される光ファイバ

5 イバであるファイバブラッググレーティング部と、

光を生じさせ、前記ファイバブラッググレーティング部と前記光の入出力が可能なように光結合されるとともに、前記生じた光を反射する反射面を含むレーザ発光素子と、

10 前記レーザ発光素子とグレーティングとを含んで形成され、前記レーザ発光素子の反射面とグレーティングとの間で前記光を共振させて所定発振波長のレーザ光を発振する共振器と、

前記共振器から出た光を出力するコネクタと、

前記共振器とコネクタ間の光路上に、前記コネクタからの反射波を阻止する阻止手段と。

15 2. 前記ファイバブラッググレーティング部は、前記レーザ発光素子とコネクタ間の光路上に設けられており、前記阻止手段は、前記ファイバブラッググレーティング部とコネクタ間の光路上に設けられることを特徴とする請求項1に記載の外部共振器型レーザ。

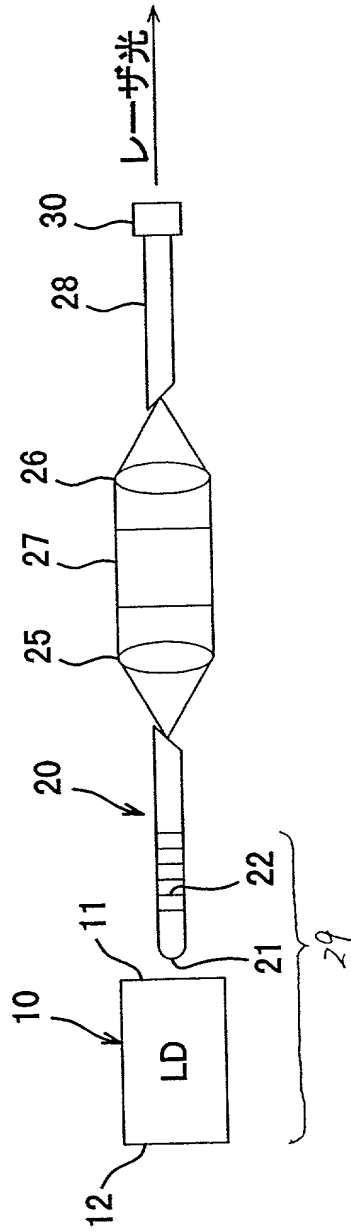
20 3. 前記ファイバブラッググレーティング部は、前記レーザ発光素子に対して前記コネクタと対向する位置の光路上に設けられており、前記阻止手段は、前記レーザ発光素子とコネクタの間に設けられることを特徴とする請求項1に記載の外部共振器型レーザ。

ABSTRACT OF THE DISCLOSURE

5
10

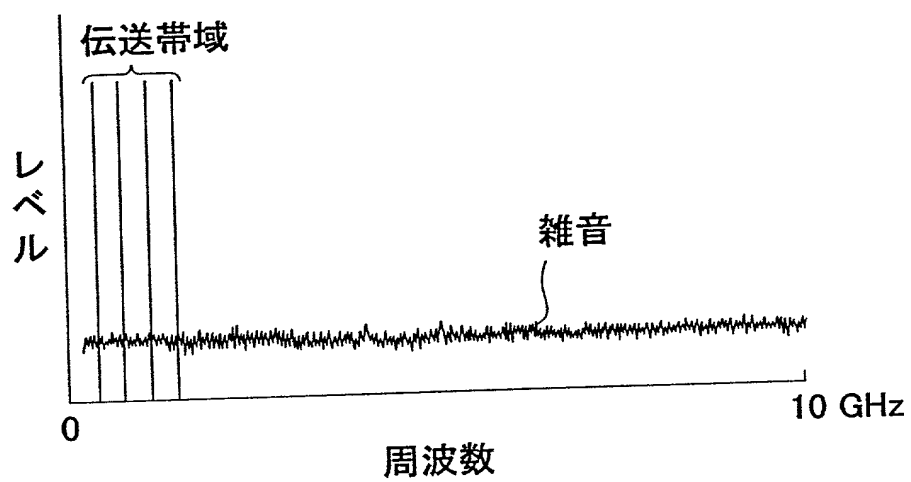
【図 1】

FIG.1



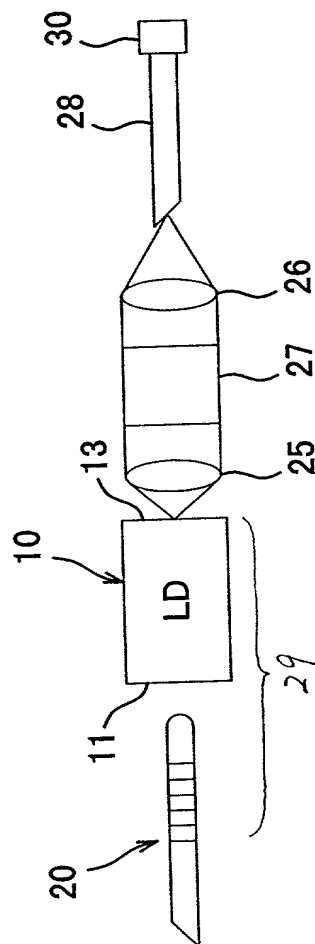
【図 2】

FIG.2



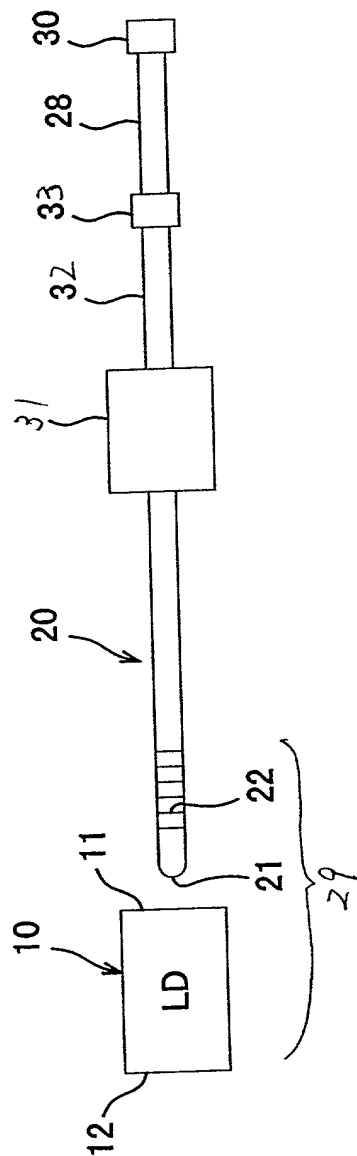
【図 3】

FIG. 3



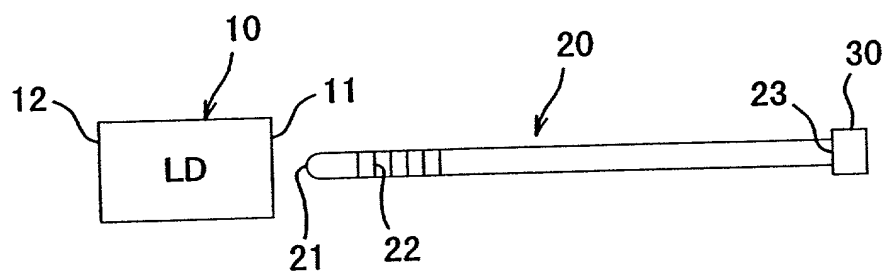
【図 4】

FIG. 4



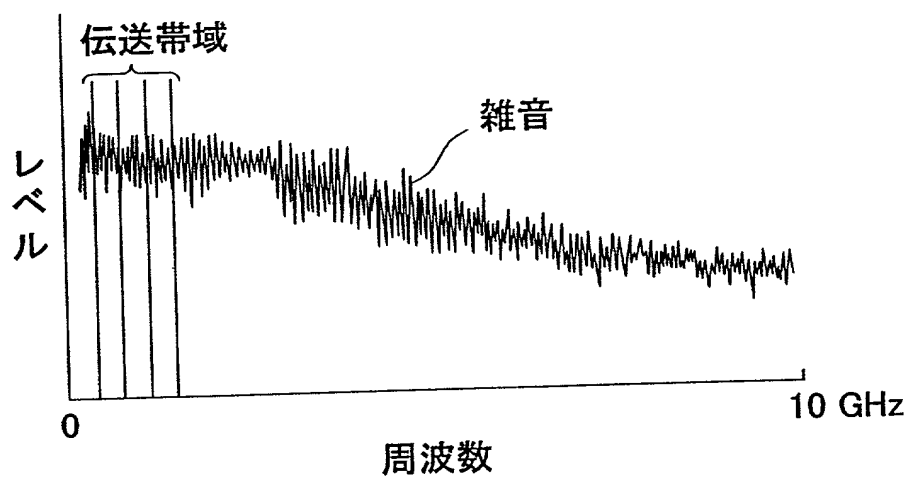
【図 5】

FIG. 5



【図 6】

FIG. 6



【図 7】

FIG. 7

